

D7



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHE
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 43 43 784 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
C 08 L 77/00
C 08 J 11/08
C 08 J 3/14
B 29 B 17/02
D 01 F 13/04

⑯ Aktenzeichen: P 43 43 784.2
⑯ Anmeldetag: 17. 12. 93
⑯ Offenlegungstag: 14. 7. 94

DE 43 43 784 A 1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯
18.12.92 EP 92 25 0380.2

⑯ Anmelder:
Karl Fischer Industrieanlagen GmbH, 13509 Berlin,
DE

⑯ Vertreter:
Pfenning, J., Dipl.-Ing., 10707 Berlin; Meinig, K.,
Dipl.-Phys., 80336 München; Butenschön, A.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte; Bergmann, J.,
Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 10707 Berlin; Nöth, H.,
Dipl.-Phys., 80336 München; Hengelhaupt, J.,
Dipl.-Ing., 01097 Dresden; Kraus, H., Dipl.-Phys.;
Reitzle, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte,
80336 München

⑯ Erfinder:
Berthold, Hans, Dr.sc.techn., 38259 Salzgitter, DE;
Hagen, Rainer, Dipl.-Ing., 13465 Berlin, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Polyamid-Rückgewinnung

⑯ Es wird ein Verfahren und die apparative Vorrichtung zum Abtrennen und/oder Rückgewinnen von Polyamid 6 und Polyamid 6.6 aus polyamidhaltigen Produkten, Verbunden oder Abfällen beschrieben. Dabei wird das Polyamid durch ein geeignetes Lösungsmittel rein physikalisch gelöst, der nicht gelöste Fremd-Kunststoff oder Fremdstoff abgetrennt. Das Polyamid wird durch geeignete Fällmittel aus der Lösung ausgefällt, vom Lösungsmittel befreit und getrocknet. Im Falle von Verbunden aus zwei verschiedenen Kunststoffen kann dabei der andere Kunststoff ebenfalls sauber rückgewonnen werden. Das Verfahren beinhaltet weiterhin eine Variante, wobei erstmalig bedruckte, gefärbte und pigmentierte Kunststoffe entfärbt werden können, so daß aus gefärbten Kunststoffabfällen ein rein natur-farbenes Polyamid gewonnen wird.

DE 43 43 784 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05.84 408 028/333

17/40

DE 43 43 784 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtung zum Abtrennen und/oder Rückgewinnen von Polyamid 6 und/oder Polyamid 6,6 (PA) aus polyamidhaltigen Produkten, Verbunden oder Abfällen.

5 Polyamid ist eines der am meisten verbreiteten technischen Kunststoffe als Faser in Geweben, als Sperrschicht in coextrudierten Folien und Formteilen, oft in Kombination mit anderen Kunststoffen. Typische Verbunde mit anderen Polyfinen sind:

- 10 Teppiche (Polfasen und Trägergewebe) = PA/PP (Polypropylen)
Lebensmittelverpackung = PA/LDPE/EVOH (Ethylen-Vinylalkohol Copolymer)
Automobilteile = PA/PP/PC (Polycarbonat)

15 Im Zuge der sich verschärfenden Umweltschutzbestimmungen und dem Bemühen um ein stoffliches Recycling kommt der Abtrennung und Rückgewinnung von reinem Polyamid immer größere Bedeutung zu, zumal bei der alternativen Rückstandsverbrennung erhebliche Mengen von "chemischem NO_x" die Umwelt belasten.

Wegen der nahe beieinanderliegenden Schmelzpunkte von

20 PA 6 = 220°C
PP = 170°C

und teilweise legierendem Verhalten ist eine Trennung durch Schmelzfiltration nicht möglich. Sedimentationsverfahren wie Hydrozyklone versagen bei faserigem Material bzw. ergeben nur PA-Reinheiten von max. 98%, die für eine Wiederverwendung unzureichend sind.

25 Es gibt Bemühungen, die Unverträglichkeit von Polyamid mit Polyolefin durch Zugabe von sogenannten "Compatibilizern" zu mindern. Nach diesem Verfahren können jedoch nur dickwandige HOLZ-Ersatz-Produkte wie Paletten, Pfähle und andere Bauelemente im Garten- und Landschaftsbau hergestellt werden, aber keine Fasern oder dünnwandigen "technischen Teile".

30 In der D-AS 1 046 304 der Polymer Corporation, Reading, USA, wird pulverförmiges Polyamid durch Kühlkristallisation aus heißen (160 bis 200°C) Glykol-Lösungen gewonnen. Bei diesen hohen Temperaturen findet jedoch ein starker molekularer Abbau des Polyamides statt. Der Rest-Lösungsmittel-Gehalt des ausgeschiedenen Polymers wird nicht beachtet.

35 In der US 2 958 677 der PHILLIPS Petroleum Co. ist eine Reinigungsmethode mit Caprolactam angegeben, bei welcher das entstandene Polyamid in heißen Caprolactarnen, Pyrrolidonen und Piperidonen gelöst wird und durch Kühlkristallisation abgetrennt wird. Hier findet ebenfalls bei den hohen Temperaturen ein molekularer Abbau des Polyamides statt. Außerdem wird analog der D-AS 1 046 304 der hohe Rest-Lösungsmittel-Gehalt im abgetrennten Polyamid nicht berücksichtigt.

40 Im Kunststoff-Handbuch (Teil IV, Polyamide) R. Vieweg, A. Müller, München 1976, S. 489, wird zwar erwähnt, daß Polyamid sich in einigen Säuren, auch Ameisensäure lösen. Jedoch wird eine präparative bzw. technische Rückgewinnung wegen der festgestellten Hydrolyse ausgeschlossen.

45 In einer kürzlich erfolgten Patentanmeldung (WO 92/05215) der RWE Entsorgung werden nur die beiden Kunststoffe Polyethylen und Polyester in heißen C-8 bis C-10 Aromaten gelöst. Die rückgewonnenen "Beschichtungsstoffe" wurden nicht näher charakterisiert, insbesondere der Rest-Lösungsmittel-Gehalt nicht bemerkt.

Eine Ausfällung ist dort nur für Polyester = PET, in THF gelöst, angegeben. Während die Aufarbeitung der 50 Metallfraktion detailliert beschrieben ist, widersprechen sich die Labormengen mit den angeführten Maschinen (Entgasungsextruder). So ist auch keine Charakterisierung der rückgewonnenen Beschichtungsstoffe angegeben.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß aus dem bisherigen Stand der Technik kein Verfahren zur Rückgewinnung von sortenreinem Polyamid 6 oder Polyamid 6,6 aus gemischten Abfällen oder Verbunden existiert, welches eine Wiederverwendung zu Fasern, Folien oder technischen Teilen ermöglicht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein neuartiges Verfahren vorzuschlagen, das es erlaubt, Polyamid aus polyamidhaltigen Produkten bzw. Verbunden zurückzugewinnen, wobei gefordert ist, daß das zurückgewonnene Polyamid eine solche Reinheit aufweisen muß, daß es problemlos zu neuen Produkten ohne Qualitätseinbußen verarbeitet werden kann.

55 Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Hinsichtlich der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens durch die Merkmale der Ansprüche 9 und 15. Die Unteransprüche zeigen vorteilhafte Weiterbildungen auf.

60 Das hier angegebene völlig neue Verfahren ermöglicht die selektive Rückgewinnung von absolut reinem Polyamid für hochwertige Anwendungen. In einer Variante ist es dabei auch möglich, aus gefärbten oder bedruckten Kunststoff-Resten wieder ein farbloses Produkt herzustellen. Dabei wird der Kunststoff nicht in Monomere oder andere chemische Grundbausteine zersetzt, sondern bleibt im gleichen makromolekularen Aufbau völlig unverändert.

Dies wird erreicht durch sehr schonende Betriebsbedingungen:

- 65 — gemäßigte Temperaturen (0 bis 60°C)
— daher drucklos
— kurze Verweilzeit in der Lösung.

DE 43 43 784 A1

Dabei konnte kein hydrolytischer Abbau des Polyamides festgestellt werden. Weiterhin bedient sich das Verfahren keiner leicht entflammbarer oder toxischen Lösungsmittel.

Zum Lösevorgang wird dazu der Polyamid enthaltende Verbund bzw. das Polyamid enthaltende Produkt in einer Ameisensäure digeriert. Der dabei nicht gelöste Teil wird durch ein geeignetes Verfahren, zum Beispiel durch Filtrieren, vom gelösten Teil abgetrennt. Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante (Anspruch 4) besteht bei der Erfindung noch die Möglichkeit, diesen abgetrennten Teil gesondert aufzuarbeiten. Dazu wird der abgetrennte Teil noch mit Lösungsmittel und danach mit Wasser oder kurzkettigen aliphatischen Alkoholen gewaschen und getrocknet. Auf diese Art kann bei Polyolefinen eine Reinheit von mindestens 98,8% erreicht werden.

Die beim Verfahrensschritt b erhaltene Lösung wird mit einem geeigneten Fällungsmittel behandelt, so daß das gelöste Polyamid in feinverteilter Form ausfällt. Als Fällungsmittel dienen alle gängigen Fällungsmittel, die für Polymere bekannt sind. Bevorzugt ist hierbei die Anwendung einer verdünnten Ameisensäure. Als weitere gängige Fällungsmittel können erfundungsgemäß Wasser, kurzkettige aliphatische Alkohole in reiner Form oder ein Gemisch mit dem jeweiligen oben erwähnten Lösungsmittel verwendet werden. Nach dem Ausfällen des Polyamids erfolgt mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren die Aufarbeitung des entstandenen Niederschlags.

Der erhaltene Niederschlag wird dazu abfiltriert und das erhaltene Produkt einer schonenden Trocknung unterzogen. Besonders günstig ist es, wenn die Trocknung im Vakuum oder unter Inertgas bei verminderter Temperatur durchgeführt wird. Dadurch wird gewährleistet, daß das entstandene Polyamid sich nicht mehr durch den Temperatureinfluß verändert. Als besonders günstig hat es sich hierbei erwiesen, wenn die Trocknung im Vakuum oder unter Inertgas bei einer Temperatur zwischen 40° und 80°C durchgeführt wird. Es hat sich gezeigt, daß es besonders vorteilhaft ist, wenn nach der Filtration der Filterkuchen noch mit Wasser weitgehend säurefrei gewaschen wird und die Trocknung bei ca. 40°C im Vakuum vorgenommen wird.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung (Anspruch 5) schlägt vor, daß das nach dem Abfiltrieren des Polyamidniederschlags erhaltene Lösungsmittel weiter aufgearbeitet wird. Dazu wird eine Destillation vorgenommen und das Lösungsmittel vom Fällungsmittel abgetrennt. Mit dieser Maßnahme ist eine vollständige Rückführung aller beim Verfahren eingesetzten Stoffe möglich. Das Fällungsmittel wird zur erneuten Fällung wieder eingesetzt, und das Lösungsmittel wird zurückgeführt, um ebenfalls erneut verwendet zu werden.

Das erfundungsgemäße Verfahren ist dabei besonders geeignet zum Aufarbeiten von Abfällen aus Verbund-Teppichen bestehend aus Polyamid und Polypropylen. Dabei kann auch ein sehr reines Polypropylen als Rückstand erhalten werden, welches wieder zu hochwertigen Spritzgußerzeugnissen verarbeitet werden kann.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform (Anspruch 6 bis 9) erlaubt das Verfahren auch bedruckte, gefärbte oder pigmentierte Polyamide durch chemische oder adsorptive Verfahren zu entfärbten, was bisher bei Kunststoffen noch nicht möglich war. Nach der hier angegebenen Methode wird Polyamid als rein weißes Pulver wiedergewonnen, auch wenn es aus bedruckten Teppichen oder pigmentierten Fasern oder Spritzgußteilen gewonnen wird.

Diese Ausführungsform besitzt deshalb eine große Bedeutung, weil viele Artikel aus Polyamid, wie Fasern oder Formteile, mit den unterschiedlichsten Farbstoffen eingefärbt sind. Als Beispiele sind zu nennen Metallkomplexfarben, Säurefarbstoffe (Azo- und Anthrachinonfarbstoffe), Dispersionsfarbstoffe sowie Pigmentfarbstoffe (z. B. Phthalocyanine). Stoffliches Recycling, d. h. Recycling ohne Veränderung des chemischen Aufbaus, führt deshalb zu undefiniert und dunkel gefärbten Recyclaten. Die Verwendungsmöglichkeiten solcher Produkte sind eingeschränkt, da sie nur zu schwarz oder zu sehr dunkel gefärbten Artikeln verarbeitet werden können. Ein entfärbtes Recyclat hat demgegenüber sehr viel breitere Verwendungsmöglichkeiten und deshalb einen höheren Wert. Es können ohne Einschränkung beliebig gefärbte wie auch ungefärbte Fasern, Formteile und Folien daraus hergestellt werden.

Die nun erfundungsgemäß vorgeschlagene Ausführungsform erlaubt eine Entfärbung des zurückgewonnenen Polyamides. Wesentlich ist es, daß die Bleichung bei wesentlich niedrigeren Temperaturen möglich ist als etwa bei der Textilbleichung. Außerdem genügen zur Bleichung bereits niedrige Konzentrationen des zuzusetzenden Bleichmittels.

Drei besondere Varianten führen zu farblosem — "natur"-farbenem Polyamid, auch wenn der Rohstoff gefärbt, bedruckt oder pigmentiert war:

Erste Variante

Bei Druckfarben oder eingefärbten Fasern können diese je nach Art der angewandten Farbe durch reduktive oder oxidative Behandlung der Polymer-Lösung entfärbt werden, sowie durch Komplexbildner.

Typische reduktive Entfärbemittel sind:
Sulfit, Bisulfit, Thiosulfat, Zinkformaldehydsulfoxylat.

Typische oxidative Entfärbemittel sind:
Chlor, Chlorit, org. und anorg. Peroxide, Wasserstoffperoxid.

Als Bleichmittel eignen sich insbesondere oxidierende Stoffe wie Chlor und Salze der unterchlorigen Säure (HOCl) sowie Peroxid-Verbindungen. Die besten Ergebnisse in bezug auf Geschwindigkeit der Entfärbung erzielt man mit ClO_2 (Chlordioxid) und NaClO_2 (Natriumchlorit). Diese Bleichmittel entfärbten nahezu alle für Polyamid benutzte organische Farbstoffe, nicht aber anorganische Farbstoffe wie Titandioxid und Ruß.

Während man bei der Textilbleichung mit ClO_2 oder NaClO_2 bei Temperaturen um 70°C arbeiten muß, gelingt die Bleichung bei dem erfundungsgemäßen Verfahren schon im Temperaturbereich vorzugsweise zwischen 15 und 30°C mit befriedigender Geschwindigkeit. Diese vorteilhaften Ergebnisse erhält man, wenn das Bleichmittel der polyamidhaltigen Lösung nach dem Abtrennen des ungelösten Rückstandes und vor der Fällung

DE 43 43 784 A1

des Polyamids zugesetzt wird. Außerdem muß das Bleichmittel in der polyamidhaltigen Lösung löslich sein.

Eine zweite Variante besteht in adsorptiver Entfärbung der Polymer-Lösung an üblichen Adsorbentien wie: Aktivkohle, Molekularsieben auf Basis von Kohle oder Zeolith.

Der Vorteil besteht darin, daß Polyamide durch Lösen in einen molekulardispersen Zustand versetzt werden, in dem sie für adsorptive Entfärbungsmethoden zugänglich werden. Diese Methoden waren bisher auf gefärbte Kunststoffe nicht anwendbar, da weder feste noch geschmolzene Kunststoffe einer Entfärbung durch Adsorption zugänglich sind.

Als dritte Variante ist die Entfernung von in dem Kunststoff vorhandenen oder ein- "compoundierten" Füllstoffen und Farbpigmenten. Da diese nicht löslich sind, aber sehr feinkörnig, können diese je nach Feinheit von Prozeß-Stufe 2 entweder

- beim Polyamid belassen werden — Grobfiltration oder
- in einer Dekantierzentrifuge vom Polyamid vollkommen befreit werden.

15 Bisher gab es bei der Kunststoffverarbeitung nur das Zusammen-Plastifizieren — Compoundieren von Polymer mit Füllstoffen. Der hier beschriebene neue Prozeß ermöglicht erstmalig das gegenteilige Vorgehen, also das Entfernen von Füllstoffen. Übliche Füllstoffe, die abgetrennt werden können, sind: Talkum, Kreide, Titandioxid, Ruß, Glasfaser, Glaskugeln, Steinmehl, sowie Pigment-Farbstoffe wie Cobaltblau, Chromgrün, Oxydrot, Molybdänorange oder -gelb, Zinkweiß, also alle Pigmente.

20 Die Erfindung wird anhand von drei Figuren und acht Beispielen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch den Verfahrensablauf;

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens für stückige Abfälle;

Fig. 3 zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens für Bahnenware.

25 Fig. 1 gibt schematisch den Verfahrensablauf wieder. In einem Lösebehälter 1 mit mechanischer Vorrichtung zum Rühren/Schwenken/Dispergieren wird das stückige Verbundmaterial eingefüllt, mit dem Lösungsmittel gesflutet und für kurze Zeit mit mechanischer Friction bewegt.

Die Lösung wird abgepumpt. Der nicht gelöste Restinhalt zum Beispiel Polyethylen oder Polypropylen wird in 2 mechanisch abgetrennt, je nach Stück- oder Partikelgröße durch Rechen, Sieb oder Zentrifuge. Dieser Rückstand wird nochmals mit Lösungsmittel nachgespült und anschließend mit Wasser lösungsmittelfrei gewaschen.

30 Die klare Polyamid-Lösung in Konzentrationen zwischen 8 bis 30 Gew.-% PA-Gehalt wird in einem Fällbehälter 3 mit entsprechender Rühr/Dispergiervorrichtung zum Vermeiden von Agglomeraten mit dem Fällmittel versetzt. Dabei durchläuft die entstehende Suspension von Polyamid ein Viskositätsmaximum. Nach Ablauf einer gewissen Präzipitationszeit und geringer Verdünnung, so daß die Suspension wieder pumpbar wird, wird 35 diese durch eine mechanische Trennvorrichtung oder sedimentativ 4 (Filter oder Zentrifuge) in klares Filtrat und Filterkuchen getrennt. Der Filterkuchen wird mit überschüssigem Fällmittel weitgehend lösungsmittelfrei gewaschen.

35 Als Trockner eignet sich eine Kombination aus Stromtrockner und Schachttrockner. Der Stromtrockner entfernt die Hauptmenge der Filterkuchenfeuchte, während der Schachttrockner die zur Extrusion erforderliche Endfeuchte einstellt.

40 In einer Lösungsmittel-Rückgewinnung 6 (Destillation, Kristallisation oder Adsorption) wird das Filtrat wieder in Lösungsmittel und Fällmittel getrennt, so daß die beiden Flüssigkeiten wieder für den Prozeß verwendet werden können.

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zum Lösen von Polyamid aus stückigen Abfällen.

45 Beim Lösen von Polyamid aus Verbunden, wie Teppichabfällen oder Verbundfolien, hat sich die Anwendung mechanischer Beanspruchung des Abfalls als wichtig erwiesen. Ohne mechanische Beanspruchung wird zum vollständigen Auflösen des Polyamidanteils sehr lange Zeit benötigt, die eine technische Anwendung des Verfahrens verhindert oder unwirtschaftlich macht. Geeignete Arten der mechanischen Beanspruchung sind Rühren des Lösungsmittels, Umlöpfen des Lösungsmittels, wobei es im scharfen Strahl auf den Abfall aufgegeben wird, Reibung, Scherung, Stauchung des Abfalls.

50 Eine geeignete Kombination dieser Beanspruchungsarten übt die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung aus. Sie besteht aus einem zylindrischen Korb 7 aus Sieblech zur Aufnahme des Abfalls, der um seine Achse drehbar in einer Wanne 8 gelagert ist. Der Korb 7 ist zum Befüllen und Entleeren aus der Wanne 8 nach oben herausnehmbar. Seine Lager in der Wanne 8 sind so konstruiert, daß sie sowohl das Herausheben nach oben als auch die 55 rotierende Bewegung des Korbes 7 ermöglichen. Der Antrieb für die Rotation ist außerhalb der Wanne 8 angebracht.

Während des Lösevorganges rotiert der mit Abfall beladene Korb 7 in einem Bad aus Lösungsmittel. Auf der Innenseite des Korbmantels sind Leisten 9 angebracht, welche die mechanische Beanspruchung des Abfalls verstärken und damit den Lösevorgang beschleunigen. Je nach Art des Abfalls hat sich ein Füllgrad des Korbes 7 zwischen 50 und 100% als geeignet erwiesen. Vollständige Füllung ist möglich, wenn während des Lösens oder schon beim Benetzen des Abfalls mit Lösungsmittel schnell eine erhebliche Volumenverminderung eintritt, wie z. B. bei Teppichstücken mit langem Flor. Der Füllgrad muß gesenkt werden, wenn beim Benetzen oder Lösen keine oder nur geringe Volumenverminderung eintritt. Füllgrade unter 50% sind im allgemeinen unzweckmäßig, weil damit keine Beschleunigung des Lösevorganges mehr erreicht wird und das Korbvolumen schlecht ausgenutzt wird. Wichtig ist, daß der Abfall durch die Rotation des Korbes 7 in eine Eigenrotation versetzt wird, so daß Reibung zwischen den Abfallstücken untereinander und am Korbmantel erzeugt wird.

65 Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn der Korb 7 mit einer Umfangsgeschwindigkeit zwischen 0,3 und 3 m/s rotiert. Niedrige Geschwindigkeiten sind erforderlich für spezifisch leichte Abfälle, wie Folien, während die

DE 43 43 784 A1

höheren Geschwindigkeiten für spezifisch schwere Stücke verwendet werden können.

Die Wanne 8 ist nach oben mit einem abnehmbaren Deckel 10 verschlossen, der ein Entweichen von Lösemitteldämpfen verhindert. Im geöffneten Zustand erlaubt er das Herausnehmen des Siebkörbes 7 mit einer Hebevorrichtung 40.

Der Korb 7 ist so gestaltet, daß ein Segment seiner Mantelfläche oder eine Stirnseite abnehmbar ist, so daß er bequem von Hand oder automatisch entleert und gefüllt werden kann. Zum Entleeren wird der Korb 7 bei geöffnetem Deckel 10 aus der Wanne 8 gehoben und mit der Hebevorrichtung 40 über ein Aufnahmegefäß für den ungelösten Rückstand geschwenkt. Nach Öffnen des Korbs 7 fällt der ungelöste Rückstand heraus. Ein zweiter, baugleicher Korb, der in der Zwischenzeit gefüllt wurde, wird in die Wanne 8 gesenkt. Die Korbachse rastet in die Lager der Wanne 8 ein. Der Deckel 10 wird verschlossen und der Lösevorgang beginnt.

Einen wesentlichen Teil der Vorrichtung bildet die Peripherie, bestehend aus den Behältern 11, 12, 13 und der Pumpe 14. Sie ermöglicht es, die aus wirtschaftlichen Gründen erforderliche hohe Polyamidkonzentration im Lösungsmittel einzustellen, auch bei Abfällen mit niedrigem Polyamidgehalt und großem spezifischen Volumen. Außerdem ermöglicht sie es, daß beim Öffnen der Wanne 8 zum Befüllen und Entleeren keine Lösungsmitteldämpfe in die Umgebung dringen können.

Behälter 11 ist zu Beginn ebenso wie Behälter 12 mit dem reinen Lösungsmittel gefüllt, das über die Befüllstutzen B und C zugegeben wurde. Behälter 13 wurde über Stutzen D mit Wasser gefüllt.

Reines Lösungsmittel aus Behälter 11 wird mit der Pumpe 14 bei A in die mit Abfall beschickte Wanne gefördert. Der Siebkorb 7 beginnt zu rotieren, bis das im Abfall enthaltene Polyamid vollständig gelöst ist. Dann wird die polyamidhaltige Lösung aus der Wanne 8 in Behälter 11 abgelassen. Aus Behälter 12 wird frisches Lösungsmittel mit Hilfe der Pumpe 14 bei A in die Wanne geleitet. Bei rotierendem Siebkorb 7 wird der Abfall von anhaftender polyamidhaltiger und u. U. zähflüssiger Lösung freigeswaschen. Das mit nur sehr geringem Polyamidanteil beladene Lösungsmittel geht zurück in Behälter 12. Anschließend wird in Wanne 8 mit der Pumpe 14 Wasser aus Behälter 13 eingespeist. Unter kurzzeitigem Rotieren befreit das Wasser die Abfälle von verbliebenen Lösungsmittelresten. Nach Ablassen des Wassers zurück in Behälter 13 kann der Deckel 10 geöffnet und der Siebkorb 7 ausgewechselt werden. Diese Arbeitsweise verhindert den Austritt von Lösungsmitteldämpfen aus der Löseapparatur und aus dem Abfall.

In den meisten Fällen enthält die Lösung in Behälter 11, 12 noch nicht die erforderliche Polyamidkonzentration. Sie wird deshalb zum Lösen weiterer Abfallchargen in der oben beschriebenen Weise benutzt, bis sie die gewünschte Konzentration hat. Dann wird sie mit Pumpe 14 zur weiteren Verarbeitung über F an die folgenden Verfahrensstufen weitergeleitet. Behälter 11 enthält anschließend über B wieder frisches Lösungsmittel. Zum Polyamidfreiwashen dient der Inhalt von Behälter 11. Behälter 11 und 12 dienen demnach abwechselnd als Vorlage für Polyamidlösung und Lösungsmittel. Das Wasser in Behälter 13 reichert sich langsam mit Lösungsmittel an. Es wird in größeren Abständen erneuert, das lösungsmittelhaltige Wasser kann in den folgenden Prozeßstufen verwendet werden.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform für einen Löseapparat für Bahnenware.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Lösen von Polyamid aus polyamidhaltigen Abfällen, die in Form von Bahnen anfallen. Beispiele für solche Abfälle sind Teppichböden, Randstreifen von Gewebe- und Vliesbahnen.

Das kontinuierliche Lösen bietet gegenüber der diskontinuierlichen Arbeitsweise Vorteile, die im kleineren Apparatevolumen und in einer kürzeren Aufenthaltszeit der Produkte in der Anlage liegen. Besonders bei Anlagekapazitäten über 5 t/d wirken sich diese Vorteile in niedrigen Investitions- und Betriebskosten aus.

Voraussetzung für die Anwendung des genannten Apparates ist, daß die Bahnen ein unlösliches Trägergewebe oder Vlies enthalten, so daß auch nach Auflösen des Polyamidanteiles eine gewisse mechanische Festigkeit erhalten bleibt, die den Transport durch Ziehen über Walzen erlaubt. In Teppichen z. B. übernimmt diese Aufgabe das häufig benutzte Polypropylen-Stützgewebe. Die einzelnen Gewebe werden untereinander verbunden, um eine kontinuierliche Betriebsweise zu ermöglichen.

Ein Hauptproblem bei der Rückgewinnung von Polyamid aus Teppichen, Geweben oder Vlies ist das große spezifische (auf die Masse des Abfalls bezogene) Volumen. Dieses Volumen kommt zum einen durch die in sich lockere Struktur von Textilien zustande, zum anderen durch ungeordnetes Ablegen und Zusammenballen der Flächengebilde. Man erhält "Schüttdichten" je nach Art des Abfalls zwischen 20 und 150 kg/m³. Das Problem verschärft sich, wenn solche Abfälle – wie z. B. bei Teppichen – nur 30% (Masse) Polyamid enthalten. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen muß der Polyamidanteil im Lösemittel am Ende des Lösevorganges möglichst groß sein. Es wird ein Anteil von mindestens 10% und bis zu 30% angestrebt. Damit ist ein Massenverhältnis von Lösungsmitteln zu Abfall vorgegeben, das nicht überschritten werden darf. Bringt man diese Lösungsmittelmenge mit der entsprechenden Menge an Abfall auf einmal in Kontakt, so saugt der Abfall in vielen Fällen das Lösungsmittel auf, ohne sich auch nur vollständig zu benetzen.

Dieses Problem kann nur mit Hilfe eines an sich bekannten Mehrstufen-Gegenstrom-Prozesses gelöst werden. Dabei bringt man eine vergleichsweise große Lösungsmittelmengen nacheinander mit vielen kleinen Portionen frischen Abfalls in Kontakt. Das Massenverhältnis Lösemittel zu Abfall wählt man bei jedem Kontakt so, daß die Abfallportion nicht nur vollständig benetzt wird, sondern auch vollständig in das Lösemittel eintaucht. Auf diese Weise kann der Polyamidanteil bei jedem Kontakt vollständig aus dem Abfall herausgelöst werden und trotzdem das Lösemittel schrittweise bis zur gewünschten hohen Konzentration an Polyamid angereichert werden.

Dieses Mehrstufen-Gegenstrom-Prinzip wird vorteilhaft kontinuierlich mit dem im folgenden näher beschriebenen Apparat in die Praxis umgesetzt. Die Vorrichtung ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Sie besteht aus einer Reihe von vier Bädern 15, 16, 17, 18, durch die z. B. eine Teppichbahn über drehbar gelagerte Walzen 20–29 hindurchgezogen wird. Die Bahn (19) wird bei A in den Behälter 30 gezogen und taucht in ein erstes Bad 15 in ein

DE 43 43 784 A1

Lösungsmittel, das mit Polyamid bereits angereichert ist. Die Bahn 19 benetzt sich dort mit der Lösung, das in der Bahn 19 enthaltene Polyamid quillt und geht teilweise in Lösung. Eine Kratzvorrichtung, bestehend aus Schaber 31 und Leitblech 32, schabt dickflüssige Lösung und zum Teil gequollenes Polyamid von der Bahn 19 ab. In Bad 15 reichert sich die Lösung mit Polyamid bis zur gewünschten Endkonzentration an und wird bei E aus dem Behälter 30 abgezogen.

5 Im zweiten Bad 16 setzt sich der Lösevorgang fort. Dort steht die Bahn 19 mit Lösungsmittel in Kontakt, das bei C eingespeist wird und nur wenig Polyamid enthält. Auch hier schabt eine Kratzvorrichtung 33, 34 gequollenes Polyamid und dickflüssige Lösung von der Oberfläche ab.

Die Bahn 19 gelangt anschließend in das dritte Bad 17, wo sie mit frischem Lösungsmittel von anhaftenden 10 Polyamidresten befreit wird. Das frische Lösungsmittel tritt bei B in den Apparat ein.

Es folgt ein Waschbad 18, in dem die Bahn 19 z. B. mit Wasser frei von Lösungsmittel gewaschen wird. Vor dem Austritt der Bahn 19 aus dem Behälter 30 bei H wird anhaftende Waschlösigkeit mechanisch zwischen zwei Walzen 24, 25 abgequetscht. Die polyamid- und lösemittelfreie Bahn 19 wird getrocknet, aufgewickelt und einer weiteren Verwertung zugeführt. Es ist ein besonderer Vorteil dieser Anordnung, daß an keiner Stelle die 15 lösemittelgetränkte Bahn 19 mit der Umgebungsluft in Berührung kommt und so jede Belästigung oder Gefährdung durch Lösungsmitteldämpfe vermieden wird.

Das Lösungsmittel tritt in reiner Form bei B in den Behälter 30 ein und bewegt sich im Gegenstrom zur Bahn (19) von Bad 17 über Bad 16 nach Bad 15. Der Transport erfolgt über Lösemittelpumpen 35 und 36, die über eine Niveauregulierung den Füllstand der Bäder 16 bzw. 17 konstant halten. Das beladene Lösemittel verläßt Bad 15 20 mit der gewünschten hohen Konzentration an Polyamid. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, das Lösungsmittel bei B, C und D im scharfen Strahl auf die Bahn 19 aufzubringen. Dadurch wird der Lösevorgang beschleunigt und eine Rückvermischung zwischen den Bädern verhindert, weil der Strahl die Bahn 19 von anhaftender höher konzentrierter PA-Lösung freispült.

Um den Austritt von giftigen, brennbaren oder ätzenden Lösungsmitteldämpfen zu verhindern, ist der Behälter 25 30 — bis auf 2 Schlitze 37, 38 zum Hinein- und Herausführen der Bahn 19 — mit einem Deckel 39 gegen die Umgebung verschlossen. Der Deckel 39 ist abnehmbar, um das Anfahren und das Beheben von Störungen zu ermöglichen. Um die Bahn 19 beim Anfahren besser einlegen zu können, können die Walzen 26, 27, 28, 29 und 24 auf- und niedergefahren werden. Sie sind zu diesem Zweck an einem gemeinsamen Tragegestell befestigt, das auch die Schaber 21 und 32 trägt. Die Walzen 20 bis 23 und 25 sind dagegen fest angeordnet.

30 In alternativer Weise wird ein Aufrollgurt verwandt, der bei der Handhabung von gewebeartiggen Textilien verwendet wird.

Es ist auch möglich, die Nylon enthaltenden Gewebe zwischen zwei Siebbändern zu führen. In diesem Fall führt das obere Band nur in Abschnitten und wird zum Abschaben oder Abspritzen des gelierten Nylons vom Gewebe abgehoben. In einem anderen Ausführungsbeispiel endet das obere Band vor dem Schaber, gefolgt von einem dahinter getrennt angeordneten Band.

35 Ein intensives Lösen wird mittels bekannter Drehsiebwaschmaschinen erreicht. Die Abfallreste in Gewebeform werden über perforierte Drehtrommeln geführt, wobei sie in ein Lösungsmittelbad eintauchen. Lösungsmittel fließt von außen durch das Gewebe und die perforierte Trommel nach innen. Es wird durch eine Pumpe von innen abgesaugt und wieder in das Bad zurückgeführt. Die Drehtrommel zieht das Gewebe durch Adhäsion 40 an seiner Oberfläche mit.

Beispiel 1

45 4 kg eines geschredderten Teppich-Faserabfalles bestehend aus 80% PA 6 — Faserschlinge und 20% PP — Bändchen wurden in 50 kg 76-%iger Ameisensäure bei 25°C während 10 min intensiv gerührt. Das zurückbleibende Faser-Gewölle wurde mittels Rechen abgetrennt, mit Ameisensäure und danach mit Wasser gewaschen und getrocknet. Es verblieben 0,8 kg Rückstand, welcher aus faserigem PP bestand.

50 Die Lösung wurde filtriert und innerhalb 20 min unter kräftigem Rühren mit 25 kg Wasser versetzt. Die erhaltene Suspension wurde in einer Filterzentrifuge filtriert und der Filterkuchen mit Wasser säurefrei gewaschen und in einem Stromtrockner bei T < 55 °C getrocknet.

55 Das erhaltene Pulver = PA hatte folgende Eigenschaften:

1. Schmelzpunkt im DSC-Diagramm bei T = 225°C = PA 6
kleiner Peak bei T = 261°C = PA 6
2. relative Lösungsviskosität bei 25°C in 96%iger Schwefelsäure
 - un behandelte PA Faser: = 2,6
 - rückgewonnenes Pulver: = 2,5 ± 0,1Die relative Lösungsviskosität ist ein Maß für die Kettenlänge des Polyamids.
3. Restfeuchte des PA-Pulvers : 0,5% wt
4. Korngröße des PA-Pulvers: 4 bis 100 µm mit einem Mittelwert bei 60 µm.

Beispiel 2

65 Eine Teppichbahn ohne Kautschukbeschichtung mit einer Zusammensetzung von 85% PA 6,6 (Polfaser) und 15% Polypropylen-Trägergewebe wurde auf eine Stückgröße von etwa 50 × 60 mm zerkleinert. 4 kg dieses Materials wurde in 30 kg 85-%iger Ameisensäure eingebracht und 10 min lang kräftig gerührt.

Der dann noch ungelöste feste Rückstand wurde abfiltriert.

Die Analyse des Filtrats ergab 9,5% PA.

DE 43 43 784 A1

Der Filterrückstand wurde zuerst mit frischer 85-%iger Ameisensäure, danach mit Wasser gewaschen und getrocknet. Er enthielt weder sichtbare noch nachweisbare Reste von Polyamid.

Dem Filtrat wurde unter Rühren 21 kg Wasser über eine Zeit von 20 min zugesetzt. Das dabei ausgefällte Polyamid wurde abfiltriert, mit Wasser gewaschen und getrocknet. Die Auswaage ergab 3,0 kg Polyamid-Pulver.

5

Beispiel 3

300 g grob zerkleinerte Teppichreste mit goldbraun gefärbtem Flor aus Polyamid 6 werden in 1000 g eines Gemisches aus 76% Ameisensäure und 24% Wasser bei 20°C eingerührt. Dabei löst sich der Polyamidanteil. Der ungelöste Rückstand an Polypropylen-Bändchengewebe und SBR-LAtex wird abfiltriert. Das Filtrat ist eine dunkelbraun-grüne Lösung. Eine Probe von 20 g dieser Lösung wird mit 30 mg NaClO₂ in Form einer 30-%igen Lösung in Wasser versetzt und gerührt. Nach 15 min bei 20°C ist die dunkelbraun-grüne Farbe verschwunden, die Lösung ist gelb und klar. Zutropfen von Wasser unter Rühren bis zur vollständigen Fällung des Polyamids, Abfiltrieren und Trocknen führt zu einem rein weißen Pulver.

Die Farbzahlen auf der L,a,b,-Skala sind L = 92,7/a = -0,48/b = 3,2.

10

15

Vergleichsbeispiel

Von der dunkel gefärbten Polyamidlösung des vorhergehenden Beispiele 3 wird eine zweite Probe von 20 g abgenommen. Ohne weitere Behandlung tropft man Wasser bis zur vollständigen Fällung unter Rühren zu, filtriert den Niederschlag ab und trocknet ihn im Vakuum bei 50°C. Das erhaltene Polyamidpulver ist hell-beige gefärbt.

20

Die Farbzahlen auf der L,a,b-Skala sind L = 75,9/a = 2,6/b = 9,7.

25

Beispiel 4

0,5 kg nach Bsp. 1 hergestellte PA 6 – Lösung wurden mit 20 g Aktivkohle mit einer spez. Oberfläche von 1100 qm/g behandelt und danach filtriert. Das Filtrat wurde der Fällung – Stufe 3 wie in Bsp. 1 zugeführt. Es entstand rein weißes PA-Pulver mit den Farbzahlen L = 94,5/a = -0,3/b = 2,4.

30

Beispiel 5

0,5 kg von demontierten Teilen aus einer Kraftfahrzeug-Verschrottung bestehend aus PA 6 mit 30% Glasfasern und schwarz eingefärbt werden unter intensiver Bewegung in 76-%iger Ameisensäure gelöst. Dabei verbleiben Pigment und Glasfasern in der Lösung dispergiert. Die Dispersion wird in einer Laborzentrifuge sedimentiert und die überstehende klare Lösung abdekantiert.

35

Durch Zugabe eines Fällmittels entsteht ein ganz hellgrauer Niederschlag von unverstärktem Polyamid.

Farbzahlen: L = 62,3/a = 1,3/b = -0,6.

40

Beispiel 6

An dem im Beispiel 1 abgetrennte Faser-Gewölle wurden analytisch folgende Eigenschaften bestimmt:

– Das DSC-Diagramm (Aufheizrate 10°C/min) zeigt einen Schmelzpunkt bei 169°C, entsprechend dem Schmelzpunkt des Polypropylens. Es sind keine Anzeichen von Übergangspunkten des Polyamids 6 zu erkennen.

45

– Der Schmelzindex (MFI, 190°C, 5 kg) beträgt 2,0 g/10 min. Eine Menge von 50g des getrockneten und fein zerkleinerten Faser-Gewölles wurde einem Aufschluß nach Kjedahl unterworfen und anschließend der Stickstoffgehalt bestimmt. Die Stickstoffmenge lag unterhalb der Nachweisgrenze von 60 mg N, entsprechend einer Polyamidmenge von 0,48 g.

50

Demnach handelt es sich um Polypropylen mit einer Reinheit von mehr als 99%.

Beispiel 7

55

13,2 kg Teppichabfälle, bestehend aus 90% Polyamid 6 und 10% Polypropylen-Trägergewebe, wurde in Stücke von etwa 1,5 x 0,5 m geschnitten. Mit dieser Menge wurde der Siebkorb einer Lösevorrichtung nach Fig. 2 beschickt und in die zugehörige Wanne eingesetzt. Nach Verschließen des Deckels wurde die Wanne mit 60 kg eines Gemisches aus 85% Ameisensäure und 15% Wasser zu etwa 1/3 gefüllt. Der Siebkorb wurde mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 1 m/s in Rotation versetzt. Nach 5 min Rotation wurde der Antrieb abgeschaltet und die Flüssigkeit aus der Wanne in den Vorlagebehälter abgelassen. Eine Analyse der Zusammensetzung ergab, daß die Lösung 16% Polyamid enthielt.

60

Anschließend wurde die Wanne mit 60 kg einer frischen 85%igen Ameisensäure befüllt und der Siebkorb mit den ungelösten Rückständen weitere 2 min lang in Rotation versetzt. Danach wurde die Flüssigkeit in Behälter abgelassen. Sie enthielt 0,5% Polyamid.

65

Zuletzt wurde die Wanne mit demineralisiertem Wasser gefüllt und der Siebkorb nochmals 2 min lang in Rotation versetzt. Nach Ablassen des Wassers in Behälter wurden darin 0,4% Ameisensäure gefunden, Polyamid war nicht nachweisbar.

DE 43 43 784 A1

Nach Öffnen der Wanne und Entleeren des Siebkörbes wurde der ungelöste Rückstand getrocknet. Es fanden sich 1,3 kg Polypropylengewebe und -einzelfasern. Der Rückstand enthielt weder sichtbare noch nachweisbare Polyamidreste.

5

Beispiel 8

Von einer Teppichbahn, bestehend aus Polyamid als Polfaser, Polypropylen-Bändchengewebe als Träger und einer Rückseitenbeschichtung mit mineralisch gefülltem und geschäumtem Styrol-Butadien-Kautschuk wurde die Kauschucksicht mechanisch entfernt. Nach dieser Behandlung hatte die Bahn eine Zusammensetzung von 10 85% Polyamid und 15% Polypropylen. Mit einer Geschwindigkeit von 1 m/min wurde diese Bahn durch den Apparat gemäß Fig. 3 gezogen. Das Lösungsmittel bestand aus 80% Ameisensäure und 20% Wasser und hatte am Eintritt in den Apparat eine Temperatur von 20°C. Beim Austritt aus dem Apparat bestand die Bahn aus dem reinen Polypropylen-Trägergewebe. Sie enthielt keinen meßbaren Rest von Polyamid mehr. Die den Apparat verlassende Polyamidlösung enthielt 0,13 kg Polyamid pro kg Lösemittel sowie 0,5 g/kg Reste von der Beschichtung und vom Trägergewebe, die durch Filtration durch ein Baumwolltuch leicht abzutrennen waren.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorteilhafterweise als Lösungsmittel Ameisensäure verwendet. Andere Lösungsmittel sind gegebenenfalls anwendbar, solange sie nicht die begleitenden Komponenten des Verbundes zerstören oder zersetzen. Beispiele sind Phenol, m-Cresol und Resorcin in reiner Form oder in Kombination mit Wasser und Alkoholen. Im Falle von toxischen Lösungsmitteln verhindert das erfindungsge- 20 mäße Verfahren und die Vorrichtung ein Entweichen in die Umgebung.

Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zum Abtrennen und/oder Rückgewinnen (Recycling) von Polyamid 6 und/oder Polyamid 6,6 (PA) aus Abfällen, insbesondere von gefärbtem PA oder von Verbunden mit anderen Kunststoffen und Verbunden mit Metall, Papier, Duroplasten und anderen Materialien, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - a) Lösen des Polyamides in Ameisensäure bei 0—60°C;
 - b) Abtrennen des nicht gelösten Teiles durch Filter, Siebe oder Zentrifuge;
 - c) Ausfällen des Polyamides durch Fällmittel;
 - d) Abtrennen des ausgefällten Polyamides durch Filter, Dekanter oder Zentrifugen;
 - e) Trocknen des Polyamid-Pulvers und Wiederaufarbeitung zu technischen Fasern oder Regenerat.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration des Lösungsmittels Amei- sensäure 65—100% beträgt.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Fällmittel kurzkettige aliphatische Alkohole, Wasser oder verdünnte Ameisensäure verwendet wird.
- 40 4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der in b, abgetrennte Rückstand derart gewaschen wird, daß im Falle Poly-Olefine diese mit mindestens 98,8%-iger Reinheit vorliegen und so ebenfalls rückgewonnen (=recycled) werden kann.
- 45 5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das erhaltene Filtrat (Verfahrensschritt d), das aus einem Gemisch von Lösungsmittel und Fällmittel besteht destillativ, adsorptiv oder durch Kristallisation in Lösungsmittel und Fällmittel getrennt und rezirkuliert wird.
- 50 6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei gefärbtem PA vor der Ausfällung des Polyamides (Verfahrensschritt c) die Farbstoffe chemisch oder adsorptiv zerstört oder entfernt werden, so daß aus bunten Kunststoffen naturfarbene Recyclate erhalten werden können.
- 55 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die chemische Zerstörung durch reduktive Entfärbungsmittel wie Sulfit, Bisulfit, Thiosulfat, Zinkformaldehydsulfoxylat oder durch oxidative Entfärbungsmittel wie Chlor, Chlorit, org. und anorg. Peroxide, Wasserstoffperoxid erfolgt.
- 60 8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die adsorptive Entfernung durch an und für sich bekannte Adsorbentien wie Aktivkohle, Molekularsieben auf Basis von Kohle oder Zeolith erfolgt.
- 65 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 für stückigen oder geschredderten polyamidhaltigen Abfall wie Teppichreste, Verbundfolien oder Elektronikschrott, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Behälter (8) ein austauschbarer Siebkorb (7) angeordnet ist und daß der Behälter (8) über ein Leitungssystem mit mindestens einem mit Lösungsmittel versehenen Behälter (11) verbunden ist und daß Lösungsmittel mittels einer Pumpe (14) im Kreislaufführbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß drei Behälter (11), (12), (13) vorgesehen sind, die über das Leitungssystem mit dem Behälter (8) verbunden sind und deren Zu- und Abfluß mittels Ventilen steuerbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Siebtrommel (7) im Gehäuse (8) bewegbar ist.
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Siebkorb (7) Prallkörper (9) angeordnet sind.
13. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Siebtrommel (7) eine verschließbare Öffnung aufweist.
14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (8) mittels eines Deckels (10) verschließbar ist.
15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 für bahnförmige Verbunde (Bahnware) wie Teppiche, Folien oder dergleichen, dadurch gekennzeichnet, daß

DE 43 43 784 A1

die Bahnware (19) über mäanderförmig angeordnete Walzen (20–29) durch einen Behälter (30) mit mindestens 2 Kammern (15, 18) so geführt wird, daß die Bahnware (19) zumindest teilweise in eine mit Lösungsmittel versehene, in Einführungsrichtung vordere Kammer (15) und in eine mit Spülflüssigkeit versehene nachgeordnete Kammer (18), eintaucht.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (30) mindestens 2 mit Lösungsmittel versehene Kammern (15, 16) aufweist, die über ein Leitungssystem verbunden sind, durch daß das Lösungsmittel im Gegenstrom zur Bahnware (19) förderbar ist und daß die vordere Kammer (15) eine Ablaßeinrichtung aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß Kratzvorrichtungen (31–34) vorgesehen sind, die auf die Bahnware (19) einwirken.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (30) bis auf einen Einführ- und Ausführschlitz (37, 38) allseitig luftdicht verschlossen ist.

19. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintauchtiefe der Bahnware (19) durch Veränderung der Lagen der Walzen (26–29) verstellbar ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

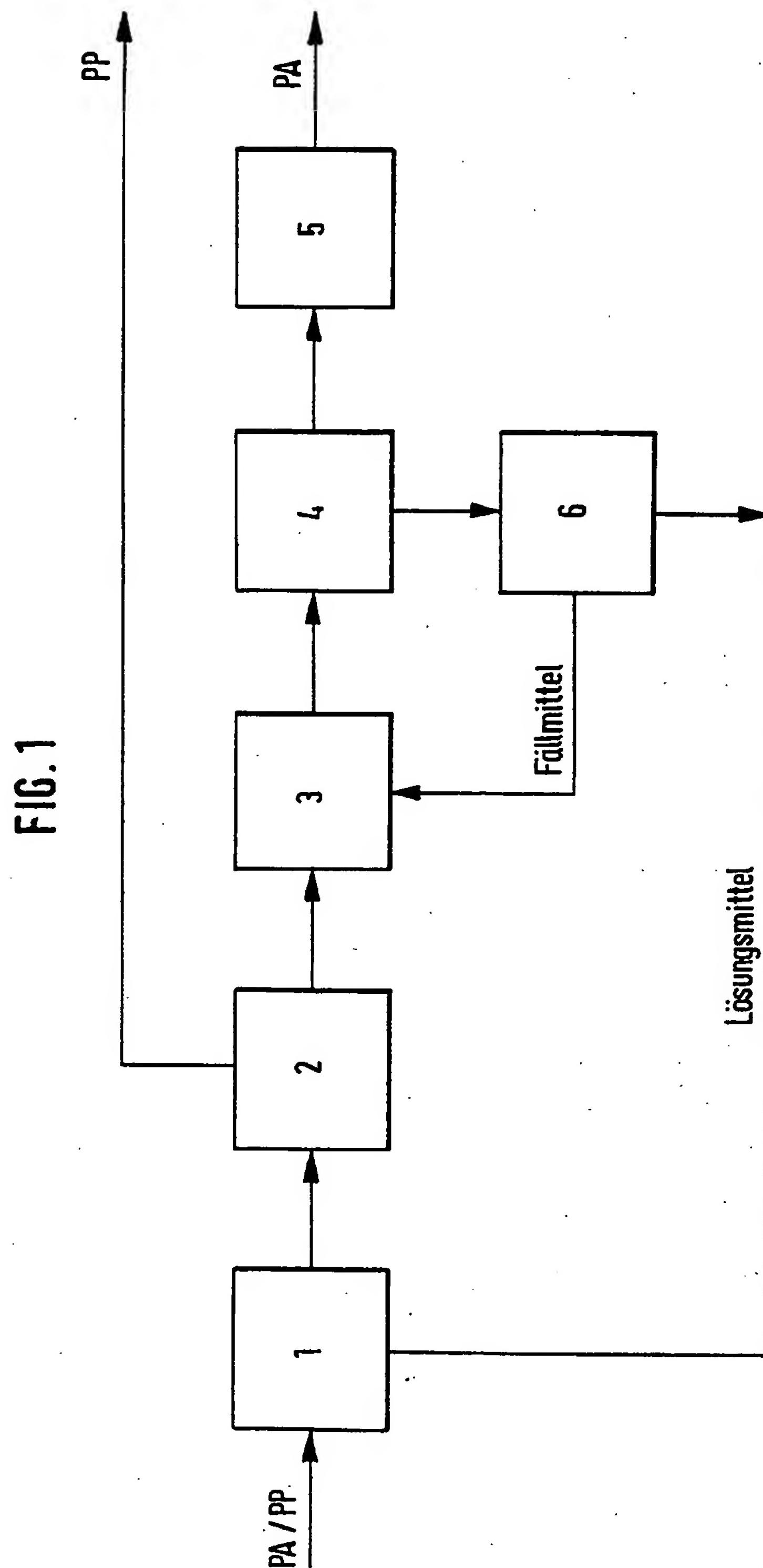


FIG. 2

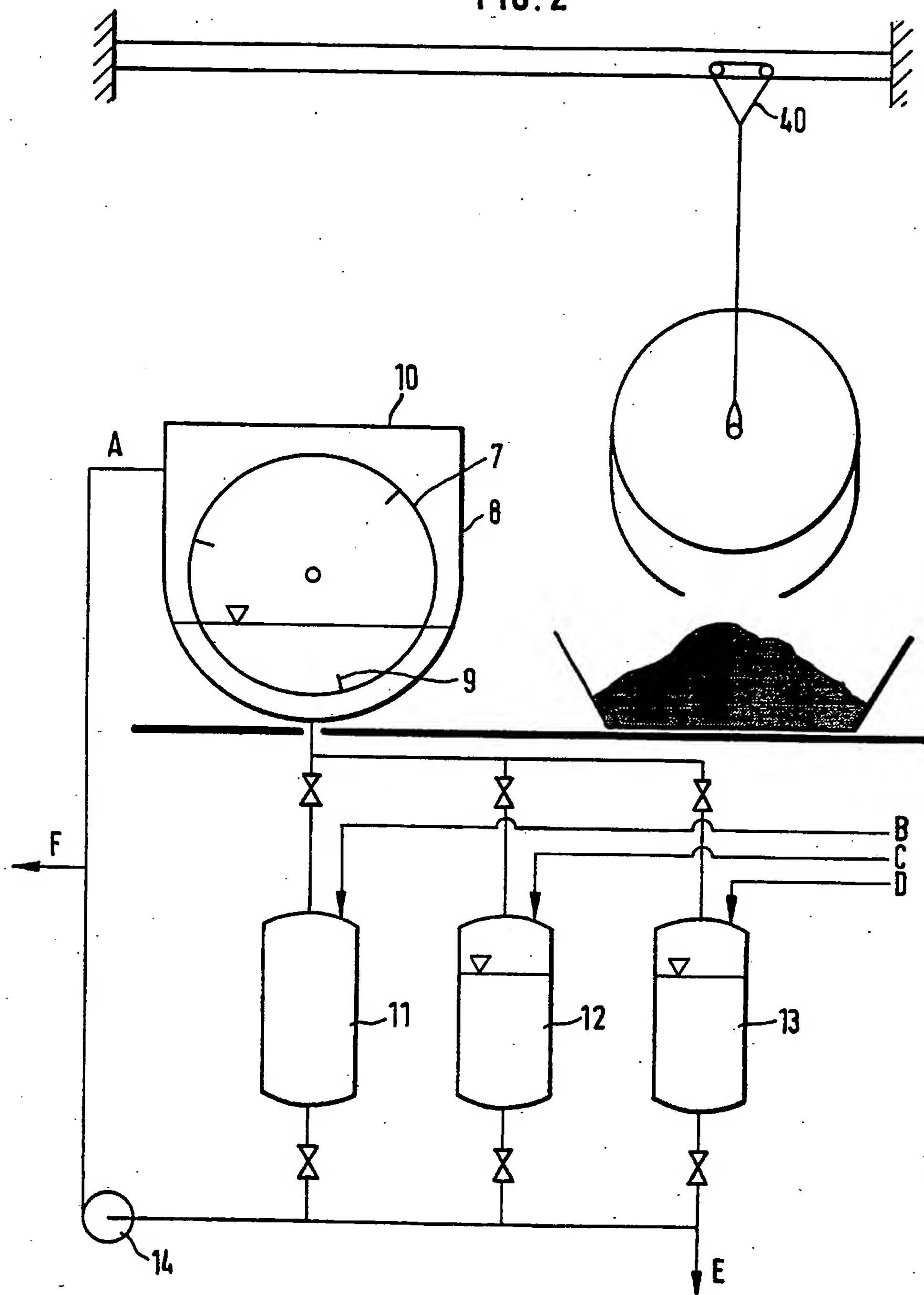
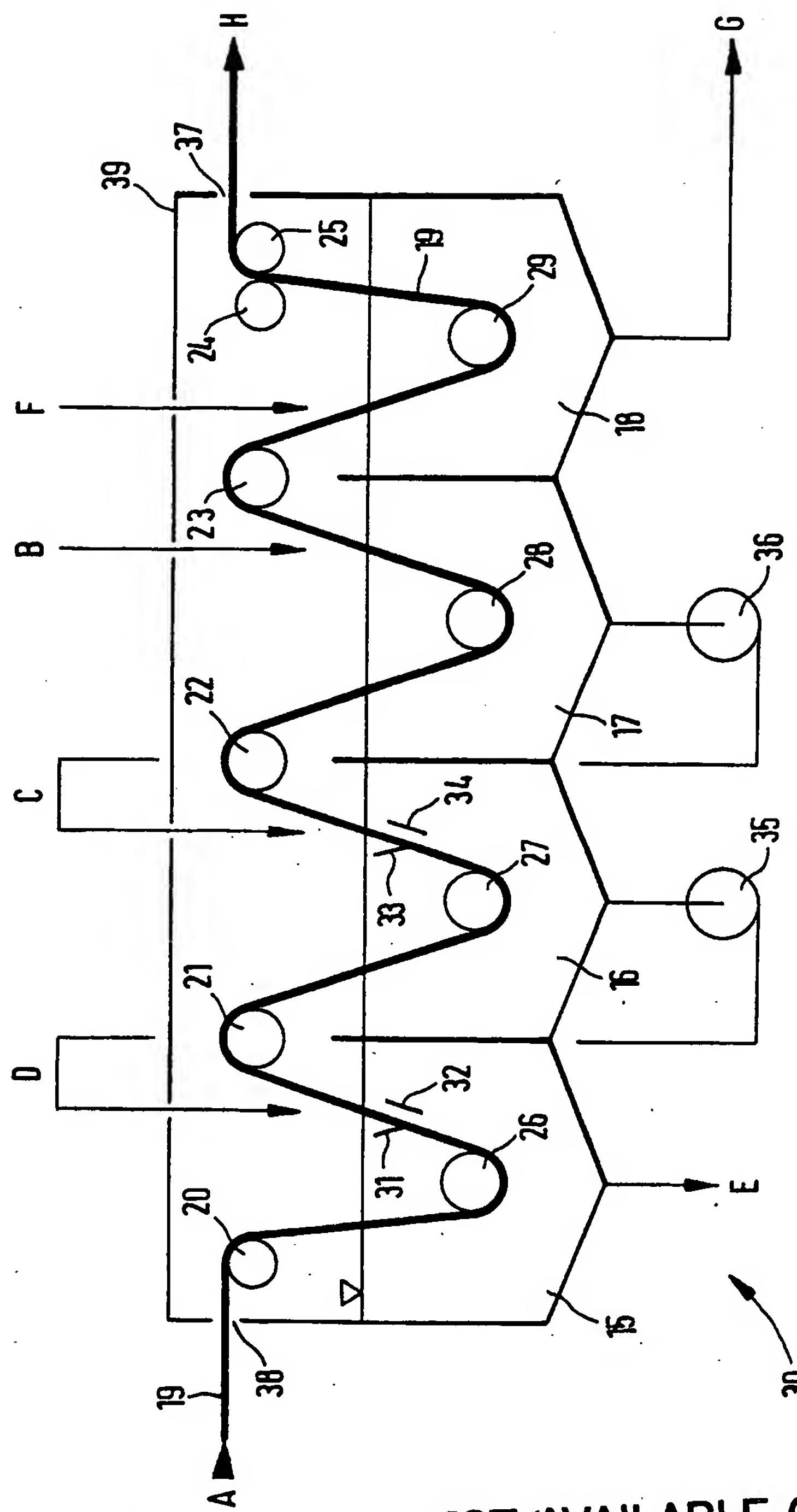


FIG. 3



BEST AVAILABLE COPY

408 028/333

BEST AVAILABLE COPY